

平成 31 年度 入学 試験 問題

理 科

各科目 100 点満点

《配点は、一般入試学生募集要項に記載のとおり。》

物 理	(1～14 ページ)	化 学	(15～32 ページ)
生 物	(33～48 ページ)	地 学	(49～63 ページ)

(注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は監督者の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに 63 ページである。また、解答冊子は表紙のほかに、物理：20 ページ、化学：12 ページ、生物：12 ページ、地学：16 ページ、である。
3. 問題は物理 3 題、化学 4 題、生物 4 題、地学 4 題である。
4. 試験開始後、選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に学部名・受験番号・氏名をはっきり記入すること。表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. ◇総合人間学部(理系)・理学部・農学部受験者は、物理・化学・生物・地学のうちから 2 科目を選択すること。
◇教育学部(理系)受験者は、物理・化学・生物・地学のうちから 1 科目を選択すること。
◇医学部・薬学部受験者は、物理・化学・生物のうちから 2 科目を選択すること。
◇工学部受験者は、物理・化学の 2 科目を解答すること。
6. 解答は、すべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、選択した科目の解答冊子は持ち帰ってはならない。

地学問題 I

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

主系列星の内部では 個の水素原子核が 1 個のヘリウム原子核になる核融合反応が起きている。中心部の水素が核融合反応により枯渇すると、その恒星は主系列からはずれる。太陽と同じ質量をもつ恒星の場合、主系列星としての寿命は約 100 億年であり、主系列星である間に星全体の質量の 10 % の水素を消費する。

太陽の質量の 0.5 倍から 8 倍の間にある恒星の場合、主系列からはずれた後に外層が膨らみ、赤色巨星となる。これがさらに進化し、炭素や酸素を多く含む中心核が残り、白色わい星^①となる。太陽の 10 倍以上の質量をもつ恒星は、最後には主に ^② からなる中心核を形成し、 爆発を起こしてその生涯を閉じる。

図 1 は、2 つの異なる散開星団 I と II を構成する主系列星(黒丸)の HR 図である。横軸に恒星の表面温度、縦軸に光度(単位時間当たりの全放射エネルギー)が示してある。それぞれの星団内では、さまざまな質量をもった恒星が、過去のある時期に同時に生まれたとする。ただし、2 つの星団 I、II の年齢(星団内の恒星が誕生してから現在までの時間)は異なる。星団 I に含まれる主系列星の中で最も光度の大きい恒星 A は太陽の 16 倍の光度を持ち、星団 II に含まれる主系列星の中で最も光度の大きい恒星 B は太陽の 1 万倍の光度を持つ。

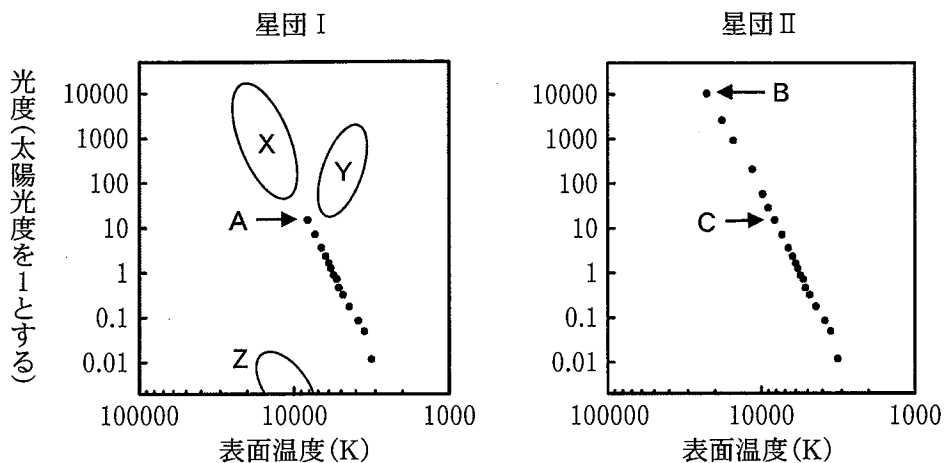


図 1

問 1 文中の , , にそれぞれ適切な数値, 元素名, 語を記入せよ。

問 2 下線部①, ②の恒星を図 1 に示した場合, X, Y, Z のどの領域に含まれるか。それぞれについて, X, Y, Z の中から選べ。

問 3 星団 I までの距離は 100 パーセクである。それぞれの星団の大きさは星団までの距離に比べて十分小さく, 宇宙空間における塵などによる光の吸収の効果はないとして以下の(1), (2)に答えよ。

(1) 星団 I を構成する恒星が示す年周視差はいくらか。角度の単位は秒(")を用い, 有効数字 1 けたで答えよ。

(2) 星団 I の恒星 A と星団 II の恒星 C は同じ表面温度を持つが, その見かけの等級は恒星 C の方が 5 等級暗いとする。星団 II までの距離を有効数字 1 けたで求めよ。

問 4 主系列星の光度は質量の 4 乗に比例し、主系列に滞在する間に消費する水素の質量は恒星の質量に比例すると考える。太陽の主系列星としての寿命を 100 億年とし、星団 I の年齢を有効数字 2 けたで求めよ。導出過程も示すこと。

問 5 白色わい星ともう 1 つの恒星(主系列星あるいは赤色巨星)が連星系をなし両者の距離が近い場合、連星相手の恒星から水素を大量に含んだガスが流れ込み、白色わい星の表面に降り積もる。この結果、ある程度の質量の水素がたまった後に白色わい星表面で短期間に水素の核融合反応が起こることがある。このような現象は新星と呼ばれる。以下の(1)、(2)に答えよ。

(1) 星団 I と II を観測していたところ、片方の星団で新星が発生した。新星が発生したのは星団 I と II のどちらと考えられるか。150 字程度で理由とともに答えよ。解答においては、もう一方の星団で新星が発生しない理由を明確に示すこと。

(2) ある新星において、水素の核融合反応が 0.1 年間持続した。その際の時間あたりエネルギー発生率は、太陽光度の 1 万倍であった。核融合反応で消費された水素の質量は太陽質量の何倍か。導出過程とともに有効数字 1 けたで答えよ。

白 紙

地学問題 II

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

太陽系にはさまざまな特徴を持つ惑星が存在し、それらは太陽に近い方から主に岩石と金属からなる **ア** 惑星と木星以遠に存在する木星型惑星の2つに大別できる。木星型惑星のうち、木星と土星は主にガスからなっているが、 **イ** や海王星はガスだけでなく氷も多く含む。

各惑星には、太陽放射が降り注いでいるだけでなく、 **ウ** と呼ばれるプラズマ流も太陽から吹きつけている。惑星がその内部の活動によって作り出している固有の磁場を持っている場合には、固有磁場を持つ惑星と **ウ** との間に電磁気的な相互作用^①が起きる。なお、惑星が持つ固有磁場は、その惑星の中心に置いた仮想的な棒磁石^①が作る磁場に似ている場合が多い。このような磁場を、双極子磁場^②と呼ぶ。

現在の地球に降り注ぐ太陽放射エネルギーは、一部が宇宙空間に反射されたり大気で吸収^③されたりするため、地球表面で吸収されるのはその約半分である。一方、地球表面もエネルギーを放射しているが、その多くは大気中で吸収される。この大気中での地球表面からの放射エネルギーの吸収は、地球表面の温度を高める効果を持つ^④。

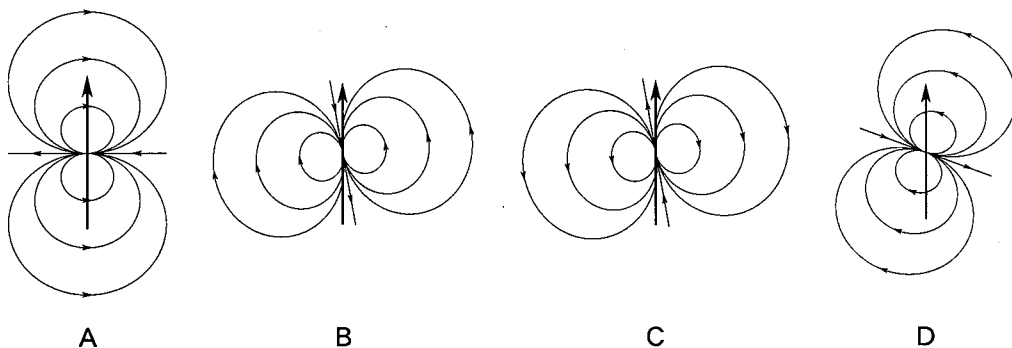
地球表面に届く太陽放射エネルギーが緯度により異なることや、陸と海とで暖まりやすさが異なることにより、地球表面の温度は場所によって大きく変化する。その結果、大気の下層で吸収される熱も場所により変化し、 **エ** 帯で上昇し **オ** 帯で下降するハドレー循環や、季節風が引き起こされる。大気循環にともなう吹く洋上の風は、海洋の循環(海流)を引き起こす。風や海流が空気や海水を運ぶため^⑤、海洋から大気に運ばれる熱も場所により変化する。

問 1 文中の **ア** ~ **オ** に適切な語を記入せよ。

問 2 下線部①に関連して、**ウ** と地球のオーロラとの関係を、以下の語群に含まれる語をすべて用いて、100 字程度で説明せよ。

語群：プラズマ、磁力線、荷電粒子、大気

問 3 下線部②に関連して、この磁場の磁力線の概略を現在の地球の場合について示しているのは、次の図 A~D のうちどれか。最も適切な図を 1 つ選び、その記号を解答欄に記入せよ。ただし、図 A~D で太い上向きの縦矢印は地球の自転軸を表し、上が地理的北である。



問 4 下線部③に関連して、大気の組成の変化にともない、太陽放射に含まれるある波長帯の電磁波が大気上層に吸収されるようになったため、古生代に生物が陸上に進出するようになったと考えられている。変化した大気の組成と吸収された波長帯の電磁波を具体的にあげながら、大気の組成の変化と太陽放射の吸収、そして生物の陸上進出の関係を 100 字程度で説明せよ。

問 5 下線部④の効果を大まかに捉えるため、図1のように地球表面と宇宙空間の間に均質な大気層が存在する簡単な場合を考えよう。太陽放射エネルギー S は、30% が宇宙空間へ反射，20% が大気で吸収され，50% が地球表面で吸収されるとする。また，地球表面からの放射エネルギー E は $R\%$ ($0 \leq R \leq 100$) が大気層に吸収され，残りが宇宙空間に放射されるとする。さらに，大気層は地球表面と宇宙空間に向けてそれぞれ A だけのエネルギーを放射しているとする。地球表面および大気層では，吸収するエネルギーと放射するエネルギーが釣り合っているとし，また放射および表面温度に空間的な変化はないとする。 S ， E ， A は単位時間・単位面積当たりのエネルギーとして，下の(1)，(2)に答えよ。

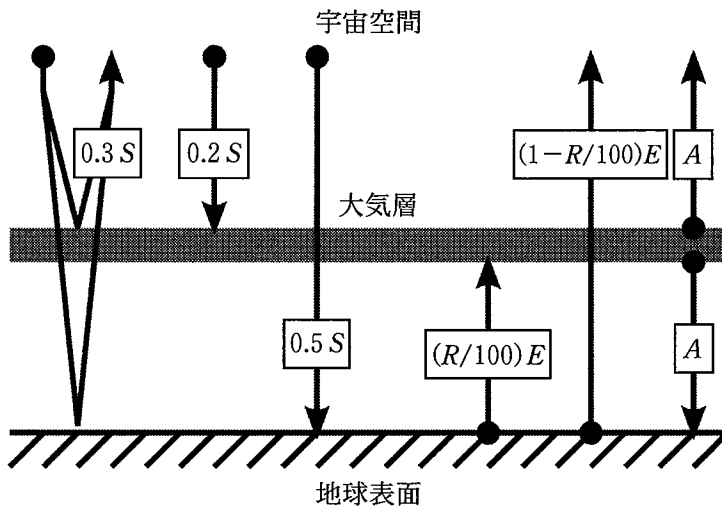


図 1

- (1) 大気層および地球表面の単位時間・単位面積当たりの放射エネルギーのつり合いの式をそれぞれ示せ。
- (2) 地球表面からの放射エネルギーを大気が吸収する割合 ($R\%$) が増えると，地球表面の温度 T が上昇することを，上の(1)で求めた関係から示せ。ただし，太陽放射エネルギー S とその反射や吸収の割合は変わらないとし，また地球表面からの放射エネルギー E と表面温度 T の間にはシュテファン・ボルツマンの法則 ($E = \sigma T^4$ ， σ はシュテファン・ボルツマン定数) が成り立つとする。

問 6 下線部⑤に関連して、図 2 は冬季の北太平洋において海洋から大気へ運ばれる単位時間・単位面積あたりの熱量(単位は W/m^2)の平均的な分布を示す。日本の周辺では、図中の他の場所と比べて大量の熱が運ばれている。その理由を、以下の語群に含まれる語をすべて用いて 150 字程度で説明せよ。

語群：季節風、亜熱帯環流、潜熱、顕熱

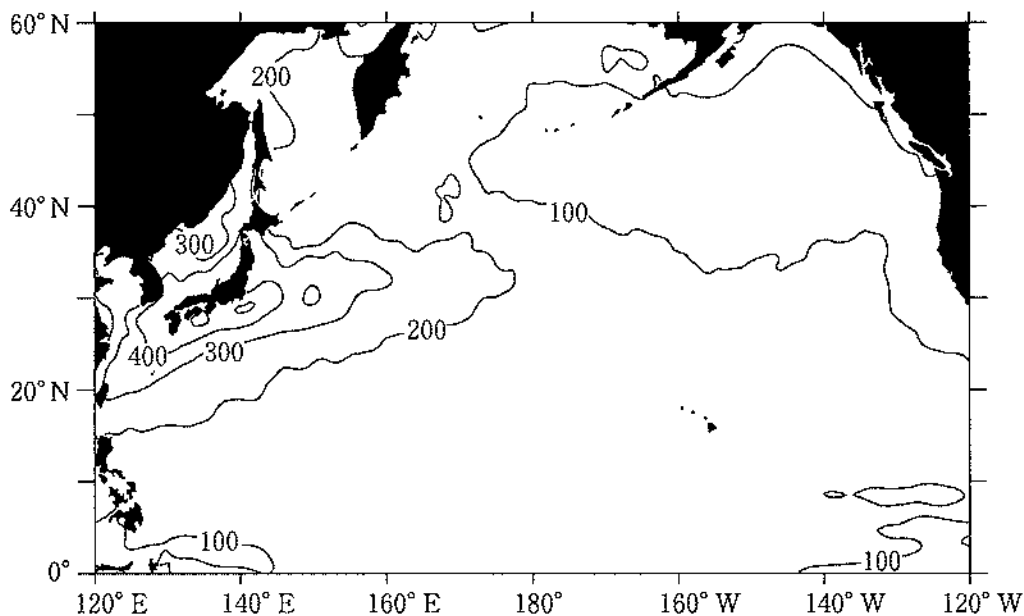


図 2

資料：J-OFURO3データセット (<https://j-ofuro.scc.u-tokai.ac.jp/>) を使用。

地学問題 III

次の文章(a), (b)を読み, 問1～問7に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

- (a) 地球上の物体にはたらく重力は, 地球の質量による万有引力と地球の自転による遠心力との合力である。地球の平均海水面は重力の方向に垂直であり, 平均海水面を仮想的に陸域にも延長した面を , に最も近い回転楕円体を という。

地球内部の密度分布が同心球状であると仮定して理論的に計算された重力加速度の値を と呼ぶ。重力加速度の実測値を他の地域と比較するためには, 実測値を における値に補正する必要がある。補正した値と との差を重力異常と呼び, それには補正のしかたによりフリーエア異常と 異常がある。日本海溝や南海トラフなどの海溝部では顕著な重力異常が観測されている。

日本海溝や南海トラフでは, 陸のプレートとその下に沈み込む海洋のプレートの間の境界面浅部で大規模な 断層型の海溝型地震が繰り返し発生していることが知られている。このような海溝型地震は津波の発生を伴うことがある。例えば, 1960年5月22日にチリ沖で発生したマグニチュード9.5の海溝型地震により 津波が発生し, 太平洋を伝播して三陸沿岸にも大きな被害をもたらした。

問1 文中の ～ に適切な語を入れよ。ただし には正, 逆, 横ずれのいずれかの語を入れること。

問2 下線部①に関連して, フリーエア異常について説明せよ。さらに, アイソタシーが成り立っている地域では顕著なフリーエア異常が観測されない理由を述べよ。

問 3 下線部②で述べた津波が地震発生から三陸海岸に最初に到達するまでに要した時間を、有効数字 2 けたで求めよ。計算過程も示すこと。ただし、地震が発生した海域と三陸海岸の間の距離は 1.7×10^4 km、水深は 4.0×10^3 m で一定であり、重力加速度は 1.0×10^1 m/s² であるとする。

(b) 地球上の活動的な火山の多くはプレート境界付近に分布している。例えば、環太平洋火山帯の大部分はプレート沈み込み帯に沿って存在しており、そこでは沈み込むプレートの上面が深さ約 km となる場所の直上付近に火山フロントが存在する。冷たいプレートが沈み込む場所で火山帯が形成される要因としては、沈み込みによってもたらされるマンツルの反転流による温度上昇に加えて、沈み込むプレートが持ち込む によって岩石の融点が降下することによる。この結果、マンツルを構成する 岩が部分熔融して 質の本源マグマが形成され、それが上昇し火山活動がおこる。^③

一方、拡大型境界である中央海嶺付近では、海底に流れ出した 質の溶岩が急冷されてできる丸みを帯びた 岩が広く観察される。ここでは、アセノスフェアが高温を保ったまま上昇する際に、 が低下することにより岩石が部分熔融しマグマが形成される。同様の の低下による岩石の部分熔融は、ハワイなどのホットスポットでも生じていると考えられる。これらの火山活動は火山岩などの年代測定によりたどることが可能である。^④

問 4 文中の には 1, 10, 100, 1000 のいずれかから適切な数値を、 ~ には適切な語を記入せよ。

問 5 文中の に最も適切な語を次の語群から選び記入せよ。

語群：重力、揚力、圧力、起潮力

問 6 下線部③に関連して、均質な本源マグマから、多様な化学組成を持つマグマが形成される過程(作用)がいくつか知られている。その1つである結晶分化作用とは何か、40字程度で説明せよ。

問 7 下線部④に関連して、以下の(1)、(2)に答えよ。

(1) 火山岩の放射年代測定に広く用いられる方法を1つあげよ。

(2) 測定に用いた放射性同位体の半減期が 1.0×10^7 年であるとし、測定した試料に残っている放射性同位体の量が岩石形成時の値の $\frac{1}{32}$ であるとする。岩石形成後現在までにどれだけの時間が経過したか、有効数字2けたで答えよ。計算過程も示すこと。

白 紙

地学問題 IV

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

ある地域で地質調査を行ったところ、この地域は凝灰岩、泥岩、花こう岩からなることがわかり、図1に示す地質図が作成できた。この地域の凝灰岩と泥岩の境界、断層のいずれも平面であり、断層の走向方向のずれはなく、地層の逆転もない。ここに示された凝灰岩は同一の層である。花こう岩の近くでは、泥岩に変成作用が生じていることが観察された。また、花こう岩と凝灰岩の境界付近の×印の場所には黒鉱床の存在が知られている。なお、図中にある等高線の間隔は10mであり、水平距離を表すために描いた南北方向の細線の間隔は10mである。

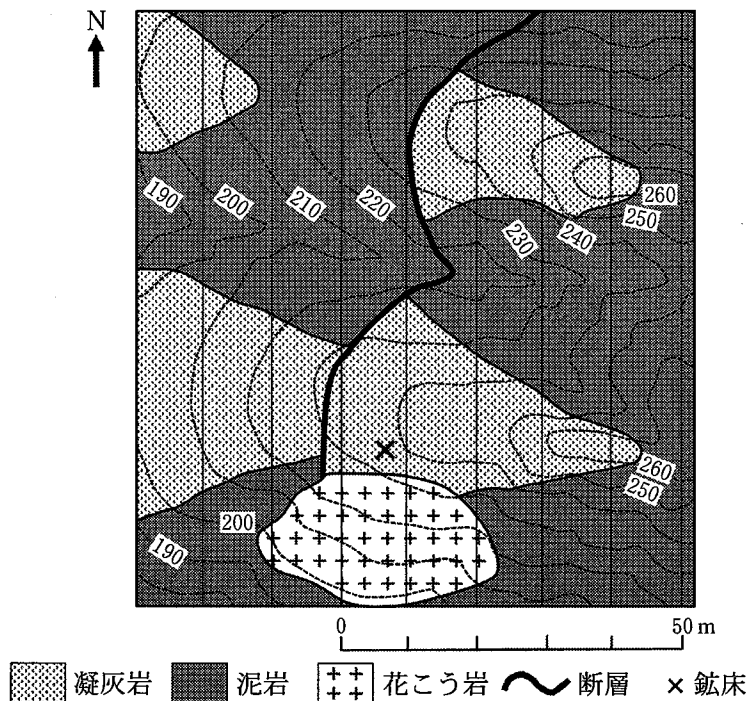


図1

問 1 凝灰岩と泥岩との境界の走向・傾斜，断層の走向・傾斜の正しい組み合わせを表 1 の a～f から選択せよ。なお，境界と断層の傾斜角はそれぞれ 50°，60°とし，走向の EW は N 90°E あるいは N 90°W，NS は N 0°E あるいは N 0°W と同じ意味である。

表 1

記号	境界の走向・傾斜	断層の走向・傾斜
a	EW, 50°N	NS, 60°E
b	EW, 50°S	NS, 60°W
c	NS, 50°W	N20°E, 60°NW
d	NS, 50°W	N20°E, 60°SE
e	NS, 50°E	N20°E, 60°NW
f	NS, 50°E	N20°E, 60°SE

問 2 図 1 中の断層は正断層か，逆断層か答えよ。

問 3 図 1 中の凝灰岩，泥岩，花こう岩，断層の生成順序を答えよ。

問 4 下線部①に関連した以下の文章を読み，次の(1)～(4)に答えよ。

変成岩に含まれる鉱物が安定に存在する温度・圧力条件は，実験的に決められている。例えば，化学式が **ア** の鉱物は，温度が低く圧力が高いと，らん晶石に，温度と圧力がともに低いと **イ** に，温度が高いと **ウ** になる。また，化学式が **エ** の石英は同じ化学式を保ったまま，圧力が高いとコース石に変化し，化学式が **オ** の方解石は，圧力が高いと，あられ石に変化する。これらのように化学式は同じであるが温度・圧力条件によって結晶構造が異なる鉱物どうしの関係を，**カ** という。

(1) 文中の **ア** ~ **カ** に適切な化学式，鉱物名，語を記入せよ。

(2) 花こう岩周辺の泥岩が被った変成作用は何とよばれるか。

(3) 次の語群から，遺骸が **エ** を主成分とする生物を 2 つ選び答えよ。

語群：^{けいそう}珪藻，サンゴ，フズリナ，放散虫，ウミユリ

(4) 石英と方解石はともに，無色，透明な鉱物である。これらを野外観察において区別する方法を 1 つ答えよ。

問 5 図 1 に示す花こう岩の分布域において，露頭から採取した試料で鉱物組成を調べたところ，主に石英と粘土鉱物から構成されていた。このような鉱物組成になった理由を，化学的風化の観点から 50 字程度で説明せよ。

問 6 花こう岩の露頭には，玉ねぎ状構造が見られた。この構造をつくった物理的（機械的）風化作用について 50 字程度で説明せよ。

問 7 下線部②でも述べた黒鉱鉱床は，日本列島では 1500 万年前ごろに生成した。そのころには，南方にあった伊豆・小笠原弧が本州に衝突したなどの大きな地殻変動が生じた。この衝突のほかに起きた日本列島形成に関わる地殻変動と関連させながら，黒鉱鉱床がどのようにして生成されたのかについて 50 字程度で説明せよ。

地学問題は，このページで終わりである。

平成31年度

補足説明（理科（地学））

補 足 説 明

理科 問題冊子

地学問題Ⅳ 62ページ

問2の文の後に次の文を補足する。

ただし、断層の走向・傾斜は、断層の形成以後変わらないものとする。

※当該内容は試験開始時に補足説明として板書したものである。